

Realització d'un sistema de realitat virtual per a dispositius mòbils d'ús personal

Xavier Valverde Vernedas

Resum – La indústria dels videojocs aconsegueix escalar a les primeres posicions en ingressos a quasi totes les regions del món gràcies a l'augment de les possibilitats, l'evolució tecnològica i l'ampli ventall d'accessos. Actualment tenim una indústria jove i innovadora, la realitat virtual. Aquest projecte sorgeix de l'interès per crear una metodologia per desenvolupar videojocs de realitat virtual per a dispositius mòbils. Donar-li proximitat i aconseguir que no es vegi com un camp llunyà. Per tant, en aquest projecte es desenvolupa una metodologia a seguir, dissenyant i desenvolupament un sistema de realitat virtual per a dispositius mòbils, format per dos videojocs de realitat virtual que poden ser la base per al futur desenvolupament d'altres. Aquests videojocs seran controlats per un gamepad. També es dissenya unes ulleres de realitat virtual, una pàgina web per poder accedir al manual pel desenvolupador i el manual. Aquest projecte es basa en diferents conceptes units per la creació d'un sistema de codi lliure de manera que dona nom al nou concepte posat de moda a internet "DIY: Do It Yourself".

Paraules clau – Realitat virtual; Smartphone; Cardboard VR; Gamepad; Unity3D; Videojoc; Desenvolupador de videojocs; Metodologia; Manual;

Abstract – The videogame industry climbs to the top of the income rankings in almost every region of the world thanks to the increase in the number of games available, technological evolution and the wide range of accesses. We currently have a young and innovative industry, virtual reality. This project arises from the interest to create a methodology to develop virtual reality videogames for mobile devices. Give it proximity and make it look like a distant field. Therefore, in this project is developed a methodology to follow, designing and developing a virtual reality system for mobile devices, consisting of two virtual reality videogames that can be the basis for future development others. These video games will be controlled by a gamepad. It is also designed a virtual reality glasses, a web page to access the manual by the developer and the manual. This project is an asset in different concepts united by the creation of a free code system in such a way that gives name to the new fashionable concept of internet "DIY: Don It Yourself".

Index Terms – Virtual reality; Smartphone; Cardboard VR; Gamepad; Unity3D; Videogame; Game developer; Methodology; Guide;

1. INTRODUCCIÓ

La indústria dels videojocs es posiciona com la principal opció d'oci en el conjunt de la societat contemporània. L'augment de les possibilitats, l'evolució tecnològica i l'ampli ventall d'accessos als videojocs, fa que la indústria hagi generat a Espanya l'any 2016 segons dades preses per l'Associació Espanyola de Videojocs (AEVI) [1], 1.163 milions d'euros. Xifres molt superiors a les generades per la indústria del cinema (601 milions) i la indústria de la música gravada (163

milions). Al seu costat, tenim una indústria jove i innovadora. Parlem de la realitat virtual. El gegant Google va comunicar que les vendes de Cardboard[2] entre el 2014 i el 2017 van assolir els 10 milions de distribucions arreu del món. En el tancament d'any s'han descarregat 160 milions de videojocs de realitat virtual a Google Play[3] "La realitat virtual canviarà la forma en la qual treballem i ens comuniquem", va assegurar Mark Zuckerberg, conseller delegat de Facebook, en el seu discurs en l'última edició del Mobile World Congress (MWC) de Barcelona[4].

Però, quina és la definició formal de realitat virtual? Es podria definir com, un entorn d'escenes

- E-mail de contacte: xavier.valverde.vernedas@gmail.com
- Menció realitzada: *Enginyeria de Computadors*
- Treball tutoritzat per: *Dolores Rexachs (Departament de Microelectrònica i Sistemes Elèctronics)*

generades per un dispositiu informàtic. L'usuari es submergeix dins d'aquest entorn per mitjà d'unes ulleres o cascs de realitat virtual. Disposen d'unes lents que amplien l'angle de visió creant la sensació d'estar dins de l'escena. A més es genera una imatge 3D, que augmenta la sensació de realisme. Usualment les ulleres estan acompanyades de guants amb sensors, comandaments amb control de moviment o càmeres de posicionament que permeten fer accions com caminar dins de l'escenari o tocar els objectes virtuals[5].

És per això que aquest projecte sorgeix de l'interès per crear una guia per a actuals o futurs desenvolupadors de videojocs, perquè tothom amb un mínim de coneixements informàtics, interessats en la realitat virtual, pugui desenvolupar els seus propis videojocs per a dispositius mòbils. En aquest treball es desenvolupa un prototip d'un sistema format per dues experiències immersives en perspectiva de realitat virtual, controlades per un gamepad. S'exposa una metodologia per un perfil concret d'usuaris en l'àmbit de la informàtica o la tecnologia amb ganes de desenvolupar un videojoc de realitat virtual funcional.

Es fa un anàlisi de les diferents opcions que hi ha actualment, de les diverses eines per a desenvolupar videojocs. S'exposa un sistema concret per al controlador dels videojocs, ja que el propi smartphone és la pantalla del software. Es crea una guia pel futur desenvolupador amb una metodologia concreta perquè tingui un punt d'inici i una referència. S'optimitza una millorada versió de les ulleres de realitat virtual que proposa Google. És per això que el meu projecte es basa en diferents conceptes units per la creació d'una metodologia de codi lliure de manera que dona nom al nou concepte posat de moda a internet "DIY: Do It Yourself".

L'estructura d'aquest document es divideix en diverses fases. La introducció, on s'exposa un petit resum del projecte i d'aquest document. Els objectius proposats. Una secció on es recull la situació actual del mercat, l'estat de l'art. La metodologia utilitzada durant el projecte. Les fases d'anàlisi, disseny, implementació i test i correcció d'errors del projecte. Els resultats obtinguts. Les conclusions i línies futures. Una bibliografia per a

trobar tota la informació específica que aporta el document i un annex.

2. OBJECTIUS

L'objectiu general és dissenyar i desenvolupar una metodologia per al desenvolupament autònom d'un sistema de realitat virtual per a dispositius mòbils. El projecte consta de la creació de dos videojocs de realitat virtual controlats per un gamepad i un manual per a futurs desenvolupadors. Els requisits principals de tot el projecte giren entorn a un sistema fàcil d'utilitzar i de programar. Escalable, de poc pressupost, portable i senzill.

El software, és a dir, els videojocs de realitat virtual que seran desenvolupats, s'executaran en un smartphone i seran desenvolupats amb un motor gràfic que compleixi els requisits principals.

El hardware, és a dir, el controlador del videojoc (comunament anomenat "gamepad") serà escollit i programat per a fer la funció de controlador i comunicació amb el videojoc. Per tant, es busca un hardware amb els perifèrics necessaris, en aquest cas un joystick i botons.

Per a la comunicació entre el software i el hardware s'utilitzarà un protocol simple de comunicació estàndard.

Finalment es crearà una guia amb tots els passos a seguir per a crear el propi sistema de realitat virtual, i els enllaços corresponents per a la descàrrega del sistema base, ja que aquest sistema és "open-source". L'esquema general del sistema es pot veure a la [Fig. 1]

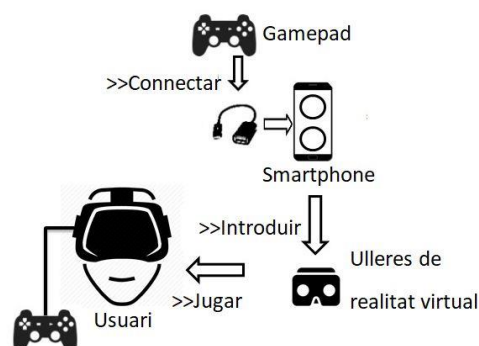


Fig.1: Esquema general del sistema.

3. ESTAT DE L'ART

El 2014 en el Google I/O[6] es va regalar la primera versió de Google cardboards[7] i constava d'un botó imant, 2 lents de resina, fet de cartó i es

mundava en 12 passos. A partir d'aquest moment van sorgir milers de còpies que es venien, i es venen, per internet.

Després van començar a sorgir cascs fets d'altres materials com el casc de la companyia VRBOX[8] que innova amb una muntura de plàstic amb corretja. Més resistents i durs, amb millor visió i graduació de les lents, però més cars. L'empresa ven juntament amb el casc de realitat virtual, un gamepad. Consta d'uns botons per a poder jugar als jocs de Play Store que estiguin programats per a ser-hi jugats. Es connecta amb Bluetooth al mòbil i funciona amb piles. Actualment buscant per internet les paraules "Gamepad Android" hi ha milers de gamepads per a poder jugar amb jocs d'Android encara que no siguin de realitat virtual.

Gràcies a l'actualització de Unity3D es va ampliar la plataforma per a la creació de jocs de realitat virtual i realitat augmentada i poder ser construïts per a PC, Android, iOS, etcètera.

Samsung Electrònica en col·laboració amb Oculus VR va desenvolupar i comercialitzar al 2015 les pròpies ulleres de realitat virtual, anomenades Samsung gear VR per als dispositius de gamma alta S6,S7,S8 i Note. El preu és més elevat, ja que les aplicacions no es descarreguen a Play Store, sinó en el seu propi mercat Samsung, per tant està limitat a la marca.

També existeix Daydreams, de Google, un casc i un gamepad molt sofisticats a un preu d'uns 100€.

Arduino[9], la companyia "open source" de hardware i software va desenvolupar la placa Arduino Esplora, que conté una gran varietat de sensors dins el microcontrolador tals com un joystick, 4 botons, un slider, un acceleròmetre, un micròfon, un LED RGB, etcètera. Aquesta placa pot ser programada per a fer la funció de gamepad i així poder programar els botons i les funcionalitats que no poden ser programades amb els gamepads que es compren per internet, ja que són d'empreses privades i els venen tancats.

Actualment per internet es poden trobar projectes de realitat virtual per a Android fets amb Unity3D. Un dels casos, i que em va inspirar en el meu treball, és un vídeo de Youtube titulat "DIY Virtual Reality Skateboard with Arduino and Google Cardboard[10]". El creador d'aquest projecte crea un videojoc per a Android de realitat virtual amb

una placa Arduino, concretament Arduino Uno, i un acceleròmetre. La inclinació de la placa comunica amb la del videojoc.

Quasi tots els projectes trobats comparteixen un mateix principi. Que la informació és privada. És a dir, no mostren el codi, o no mostren els projectes de Unity3D. I això em va fer pensar en totes aquelles persones que probablement tenen un interès en la programació o en la creació de videojocs de realitat virtual amb microcontroladors, per fer una metodologia i un projecte de codi lliure.

4. METODOLOGIA

S'ha utilitzat la metodologia en cascada realimentada[11]. La realimentació ofereix l'oportunitat de realitzar canvis o evolucions durant el cicle de vida del sistema. Permet retrocedir en l'anterior etapa o inclús saltar a un altre anterior si es necessita, tal com es mostra en la [Fig. 2].

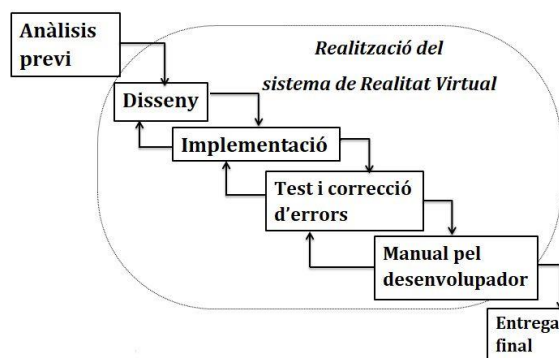


Fig. 2: Representació de les tasques en cascada realimentada.

Per a veure la planificació que s'ha seguit pel desenvolupament del projecte, veure apèndix A4.

5. ANÀLISIS

La primera fase consisteix en la recerca d'informació. Estudi dels components en el mercat i adquisició dels components escollits. Descarrega dels softwares a utilitzar i test inicial.

El hardware escollit per aquest sistema és el següent:

Nom: Arduino Esplora

- **Microcontrolador:** ATmega32u4
- **Voltatge operatiu:** 5V
- **Memòria flash:** 32KB
- **SRAM:** 2.5KB
- **EEPROM:** 1KB

- **Velocitat de rellotge:** 16 MHz

Nom: Smartphone

- **Sistema Operatiu:** Android
- **Versió mínima:** API 19. Android 4.4 (KITKAT)

Els requisits obligatoris per escollir el gamepad són dos: que porti un joystick i botons. Generalment en els videojocs, el joystick serveix per a moure el jugador per l'escenari i els botons són utilitzats per la interacció. Perquè de la marca Arduino? Arduino ha aconseguit que la programació de microcontroladors i la comunicació amb sensors externs sigui molt fàcil; i les coses fàcils es fan populars. La placa escollida conté unes llibreries que estan enfocades per a fer-les servir amb videojocs. És fàcil d'instal·lar i programar. És portable i conté un gran nombre de pins per a ser escalable. Té els ports necessaris per a la comunicació amb fil o sense fil i a més conté, a part dels sensors necessaris, un acceleròmetre, un micròfon, led RGB, slider, pins per a pantalla LCD, etcètera. Veure [Fig. 3]. Com l'objectiu principal és una guia per a qualsevol futur desenvolupador, econòmicament el gamepad és accessible per a tothom.

La pantalla on s'executa el videojoc és el propi smartphone, i actualment tothom disposa d'un. És portable, i gràcies a escollir el sistema operatiu Android, és escalable a tauletes o qualsevol dispositiu amb aquest sistema operatiu.

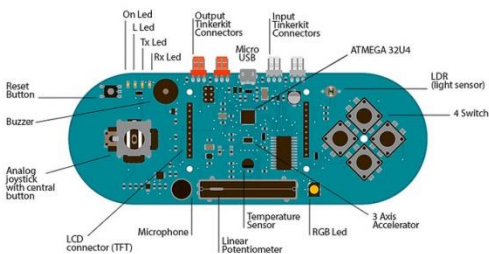


Fig. 3: Esquema d'Arduino Esplora amb perifèrics.

6. TEST DE PROVA

6.1 Muntatge i disseny del circuit: Part hardware del disseny. En aquesta tasca es procedeix a connectar els components de la placa escollida amb el smartphone a utilitzar. En aquest cas es connecta la sortida micro USB de la placa al cable USB i del cable USB al cable USB OTG[12], i del cable USB OTG a l'entrada micro USB del smartphone.

6.2 Disseny d'un test de prova software: Part software del disseny. Aquesta tasca consta de la creació d'una escena amb el programa Unity3D[13] per comprovar el correcte funcionament. Aquesta escena consta d'un pla de color verd i 4 objectes, un a cada cantó del jugador, amb càmera de realitat virtual i construït en base per a Android. Com funciona la càmera de realitat virtual? La rotació del giroscopi del smartphone determina la posició. Si estem movent el cap a un cantó o l'altre. Per tant es copia la rotació del smartphone a la rotació de la càmera del videojoc, dins un bucle infinit perquè varii consegüentment. El test de prova és compilat i executat al smartphone per comprovar si funciona correctament. En la [Fig. 4] s'observa en la part de dalt de la captura de pantalla la perspectiva de realitat virtual, i a la part de baix l'escenari complet.

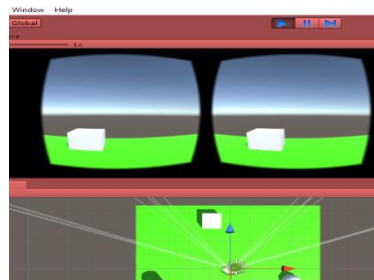


Fig. 4: Captura de pantalla escenari prova.

6.3 Disseny d'un test de prova hardware: En aquesta tasca es connecta el microcontrolador a l'ordinador mitjançant el cable USB. S'executa el programa Arduino IDE[14] i es carrega a la placa un test de prova. En aquest cas, un sketch[15] que activa el led RGB blau quan són premuts qualsevol botó (switch). Activa el led RGB verd quan el Y axis del Joystick és premut i el led RGB vermell quan el X axis del Joystick és premut. Aquesta tasca és necessària per comprovar si funciona correctament la placa.

6.4 Test de prova complet: El test de prova complet és la unió del hardware i el software.

7. DESENVOLUPAMENT DEL PRIMER VIDEOJOC

Desenvolupament del primer videojoc, "Maze Mad": En aquest apartat s'explica el disseny i desenvolupament del primer videojoc. Es titula "Maze Mad" del anglès "Laberint boig". És un videojoc en primera persona que consisteix en

intentar sortir del laberint. Aquest laberint no és un laberint qualsevol, ja que aquest interactua amb el jugador perquè no li sigui fàcil arribar al final. Pel desenvolupament dels videojocs, s'han seguit les etapes generals[16]:

7.1 Concepció: En el primer apartat es va fer una pluja d'idees per a extreure informació de quins videojocs es podien fer. El que tenia clar era una escena d'un laberint. L'objectiu d'aquest joc és la familiarització amb la realitat virtual i el gamepad. La utilització de primera persona ambdós casos i el joystick per al moviment del personatge en profunditat. Els dos videojocs són PEGI 7[17]. Amb el joystick cap endavant camines cap a on mires. Amb el joystick cap a baix és anar endarrere i el joystick dreta o esquerra. El botó 3 és per augmentar una mica la velocitat en caminar.

7.2 Disseny: En aquesta etapa es detallen tots els elements que compondran el videojoc. Es compon la història, el guió, s'escull l'art conceptual a utilitzar, la mecànica del joc i el so. L'escenari és un laberint on el personatge principal ha d'intentar sortir, veure [Fig. 5]. Per a la recerca de gràfics, models 3d, so, música, etcètera, veure Apèndix A3.



Fig. 5: Captura de pantalla del videojoc Maze Mad.

7.3 Planificació: En aquesta etapa s'identifiquen les tasques necessàries, tot i que més endavant s'afegeixen de noves. En aquest apartat s'ha utilitzat el software Wunderlist[18], una aplicació d'administració de tasques basada en el núvol.

7.4 Implementació: Aquí es duen a terme les tasques de programació del videojoc, creació o adquisició dels gràfics, veus i música, etcètera. En la [Fig. 6] es pot veure una imatge dividida en 4 petites imatges, en la creació d'un dels objectes del primer videojoc, la caixa de música. Es programa

els inputs/outputs que necessita per la interacció amb el controlador del videojoc.



Fig. 6: Diverses captures de pantalla en la creació de la caixa de música.

Es programa un algorisme pel moviment del jugador, explicat a continuació:

o Quan és premut el joystick en l'eix de les Y positiu per al moviment cap endavant, es verifica un booleà. Dins la condició activada pel booleà es guarda en un vector la posició i rotació de la càmera en aquell moment. Transforma la posició local de la càmera per la posició global, això fa que quedi modificada l'eix de la Z en la posició on està mirant el jugador, la imprescindible per caminar cap endavant. Llavors es suma amb un vector nou on hi ha 0 en l'eix de les X i Y i 1 en l'eix de la Z. I aquest vector final és multiplicat per la velocitat determinada. Dins un bucle infinit, això fa que allà on estigui mirant l'usuari sempre serà el forward (endavant) del jugador. Per a millor enteniment es mostra en la següent [Fig. 7], on es mostra la imatge A sent la posició inicial i al girar la vista cap a un cantó el moviment és la imatge C. El moviment de la imatge B seria l'incorrecte. La càmera mira cap endavant i la següent posició (next pos) seria caminar cap a l'ascensor. Llavors si la càmera mira cap a l'esquerra, és incorrecte que el forward avanci recte. Ha de modificar la posició de local a global per a avançar recte, segons la realitat.

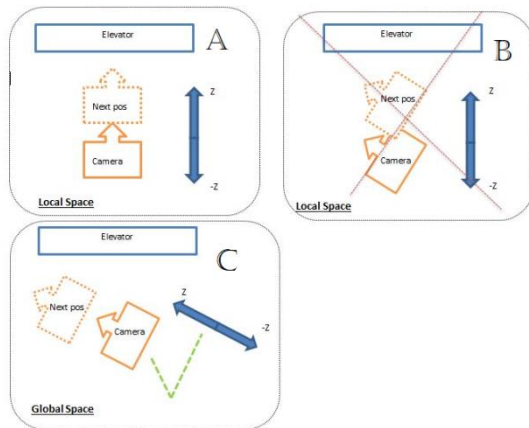


Fig. 7: Algorisme de posicionament.

7.5 Test i correcció d'errors: Aquesta tasca consta de tots els tests per al bon funcionament del sistema. Aquesta secció forma part de les primeres proves de compilació i gameplay[19] al PC, per la correcció d'errors. Aquesta tasca consta de tots els tests per al bon funcionament del sistema. En aquest punt, s'executarà el software amb el hardware i es faran casos de prova per reportar errors i bugs. Un cop trobat un gran nombre d'errors, es corregiran. Seguidament es tornarà a fer un test de proves i correcció d'errors fins que no es reporti cap error. Per tant, iterativament es realitzaran les tasques de correcció, gràcies al model en cascada realimentada.

Els passos a seguir són:

- Compilació i depuració en Unity3D.
- Construcció de l'arxiu Android Application Package (APK)[20].
- Jugar, apuntar i corregir els errors sorgits.
- Tornar al pas a) fins que no hi hagi més errors.

Un cop finalitzades totes les tasques de la planificació per a la creació dels videojocs, es procedeix a la correcció final. Aquesta part consta de dues proves.

Proves físiques: Portades a terme pels programadors i dissenyadors dels videojocs.

- **Proves funcionals:** Es proven els jocs des de l'ordinador i el smartphone i s'intenta re-jugar fins que donin l'aprovat. Per exemple, intentar arribar a punts inaccessibles, per tal que el joc no es quedi aturat.

- **Proves de prestació:** Es passa el Profiler[21] de Unity3D per a la comprovació de colls d'ampolla i les possibles optimitzacions. A l'Apèndix A1 es

troba una breu explicació del Profiler de Unity3D i a l'Apèndix A2 es troben les optimitzacions utilitzades.

Proves beta: Aquesta prova es porta a terme per a persones externes que mai han vist el software, per tant s'observa el comportament i es troben errors nous per a la posterior correcció.

8. DESENVOLUPAMENT DEL SEGON VIDEOJOC

Desenvolupament del segon videojoc, "Fobos Project": El segon videojoc es diu "Fobos Project". És un joc en primera persona. Fobos[22] és el Déu mitològic grec de la personificació del temor i l'horror. Fill d'Ares, Déu de la guerra i Afrodita, Deessa de l'amor i germà bessó de Deimos. D'allà sorgeix la paraula fòbia[23]. Llavors la història del videojoc s'explica com un projecte d'una empresa anomenada Fobos, que intenta curar a les persones de les seves fòbies mitjançant la realitat virtual. Per al desenvolupament del videojoc, s'han seguit les etapes generals:

8.1 Concepció: En el segon videojoc, la idea clara era un ascensor i una rampa a l'arribar a l'última planta. La utilització de primera persona ambdós casos i el joystick pel moviment del personatge en profunditat. La càmera també amb perspectiva de realitat virtual. L'objectiu és transmetre sensació de profunditat i amplitud.

8.2 Disseny: Hi ha 4 escenaris diferents. El primer escenari és un laboratori on s'explica l'argument. El segon escenari és un paisatge muntanyós. El tercer escenari és una ciutat i el quart escenari és un ascensor, veure [Fig. 8]. Per a la recerca de gràfics, models 3d, so, música, etcètera, veure Apèndix A3.

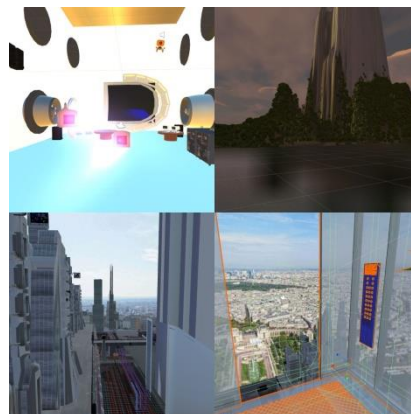


Fig. 8: Captura de pantalla dels 4 escenaris del videojoc "Fobos Project".

8.3 Planificació: En aquest apartat s'ha utilitzat el software Wunderlist.

8.4 Implementació: Es programa els inputs outputs que necessita per la interacció amb el controlador del videojoc. Es programa un algoritme per fer una monitorització del jugador, explicada a continuació:

- S'ha programat un algoritme per guardar les dades del temps quan l'usuari mira cap a baix. Com és un joc on l'objectiu és que les persones amb acrofòbia o aerofòbia, intentin perdre-la, s'ha programat un codi que funciona de la següent manera.
- S'ha dissenyat un marcador que conté dos variables, Score i MaxScore.
- **Score:** Quan la rotació de la càmera en l'eix de les X està entre l'interval de 150° i 0° graus, s'inicia un comptador de segons, per calcular quants segons està l'usuari mirant cap a baix durant el joc.
- **MaxScore:** És guarda el Score màxim aconseguit, gràcies a la programació amb PlayerPrefs [24], que emmagatzemen les dades de l'usuari a la carpeta "Preferences" per a que l'usuari pugui saber quins han sigut els seus màxims. Veure [Fig. 9]

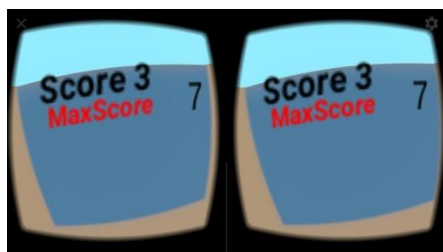


Fig 9. Captura de pantalla de la monitorització per angle de visió.

8.5 Test i correcció d'errors: En aquest apartat es segueix la mateixa metodologia per la correcció d'errors que en l'apartat 7.5. Amb l'única diferència que en segon videojoc hi ha les proves beta per a la monitorització.

9. ULLERES DE REALITAT VIRTUAL

Seguint l'esquema modèlic de les Google Cardboard s'intenta optimitzar el model. És per això que s'afegeixen diverses parts. Un doble cartró per a la millora d'estabilitat. Una doble

goma per la millora de la duresa. Adhesius als cantons. Una corretja de tres sortides pel suport del cap, ajustables en 3 posicions diferents. Un adhesiu a la part frontal per contrarestar la suor i un antilliscant per al smartphone. Hi ha tres esquemes construïts. El primer són les mesures en mil·límetres a escala. El segon són els components i objectes necessaris, veure [Fig. 10], i el tercer és l'esquema a imprimir.

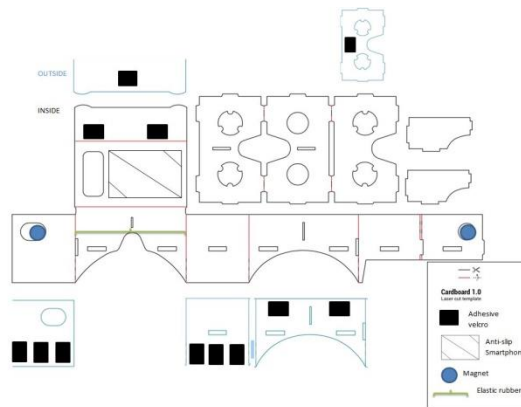


Fig. 10: Esquema del material i components.

10. MANUAL PEL DESENVOLUPADOR

El manual pel desenvolupador és el document on hi ha la metodologia per a la descàrrega i instal·lació dels programes. La creació de l'escenari nucli pas a pas. La programació del hardware i la comunicació. La construcció del fitxer APK. La construcció de les ulleres de realitat virtual. Un llistat del material i on comprar-lo, i els enllaços corresponents per a la descàrrega dels dos videojocs en format APK i dels projectes en Unity3D. Així com el codi de la placa Arduino. El manual està disponible en la pàgina web creada específicament per a que tothom pugui accedir-hi. Veure [Fig. 11].

El manual està dividit en els següents apartats:

- Introducció: S'especifica el propòsit del manual i una visió general del procés.
- Workflow 1: Els passos per a descarregar tots els programes necessaris.
- Workflow 2: Els passos per a instal·lar tots els programes necessaris.
- Workflow 3: Els passos per a la creació d'un escenari base de realitat virtual.
- Workflow 4: Els passos per la comunicació amb l'Arduino.

- f. Workflow 5: Els passos per la construcció del arxiu APK.
- g. Workflow 6: Els passos per la compra i construcció de les ulleres de realitat virtual.
- h. Workflow 7: Els links necessaris per a la descàrrega del projecte.
- v. Botó 3 (SWITCH_3 or SWITCH_UP): Caminar més de pressa (super_speed).

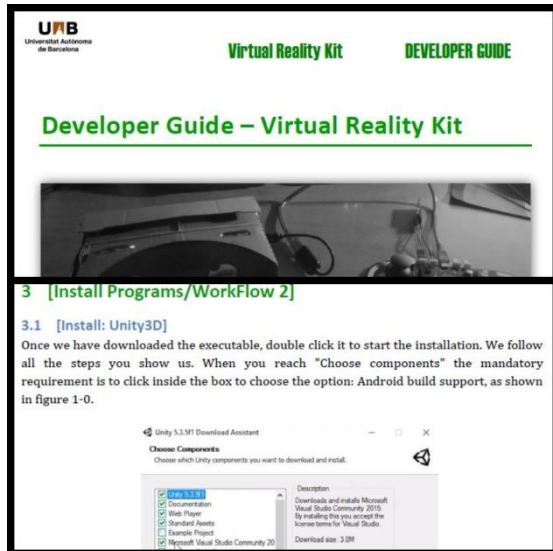


Fig. 11: Collage de dues vistes del manual.

11. RESULTATS

En aquest apartat es detallen els resultats.

11.1 Part Hardware: En aquest apartat es mostra el circuit muntat amb la placa Arduino Esplora, el cable USB OTG i el dispositiu mòbil.

Veure [Fig. 12].



Fig. 12: Fotografia del sistema complet.

Funcionament del controlador en els videojocs, veure [Fig. 13]:

- i. Joystick en l'eix de la Y positiva: Endavant (forward)
- ii. Joystick en l'eix de la Y negativa: Enrere (back)
- iii. Joystick en l'eix de la X positiva: Dreta (right)
- iv. Joystick en l'eix de la X negativa: Esquerra (left)

Gamepad controller



Fig. 13: Gamepad controller controls.

11.2 Part Software: Un cop finalitzats els dos videojocs i provats es fa un anàlisi del consum final.

Segons les dades obtingudes per al smartphone, Samsung Galaxy S6, on s'han fet les demostracions:

- a. Maze Mad: S'ha jugat 14 minuts i 10 segons i ha consumit una aproximació de 14 mAh. Necessita una mitjana de 36 MB de memòria RAM, assolint un màxim de 404 MB a l'inici. La memòria total emmagatzemada és de 90,15 MB.
- b. Fobos Project: S'ha jugat 17 minuts i 37 segons i ha consumit una aproximació de 34 mAh. Necessita una mitjana de 22 MB de memòria RAM, assolint un màxim de 580 MB a l'inici. La memòria total emmagatzemada és de 211 MB.

11.3 Cardboard VR: S'ha construït unes ulleres de realitat virtual que satisfà totes les necessitats desitjades. Compleix el requisit principal al ser de molt baix pressupost.

11.4 Manual pel desenvolupador: S'ha escrit el manual pel desenvolupador seguint l'estàndard tradicional. Format per captures de pantalla dels softwares, enllaços per a descàrregues i compres per internet i enllaços al núvol per a tot el material necessari.

12. CONCLUSIONS I LÍNIES FUTURES

S'han creat dos videojocs de realitat virtuals 100% funcionals amb un controlador de videojocs que són executats a un smartphone que fa la funció de pantalla. S'ha creat un

prototip actualitzat d'ulleres de realitat virtual i una pàgina web base. També s'ha creat un manual pel desenvolupador, una metodologia per fer el sistema propi de realitat virtual.

S'ha escollit el hardware i el software seguint els requisits plantejats. Perquè un sistema obtingui popularitat ha de ser fàcil d'utilitzar, portable, escalable i senzill.

El motor gràfic escollit ha sigut Unity3D. Actualment ofereix un ampli ventall de llibreries i mètodes per a desenvolupar videojocs de realitat virtual. Té una comunitat molt ampla de programadors que l'utilitzen. El fòrum està actualitzat al segon i es pot trobar molta ajuda al moment. Actualment és actualitzada setmanalment i forma part dels principals motors gràfics pel desenvolupament de videojocs per a totes les plataformes. Fonamentalment és escollida correctament perquè dona servei als 3 punts importants d'aquest projecte: Android, realitat virtual i Arduino.

El hardware escollit és de la companyia Arduino. La placa es diu Arduino Esplora. És escollida per la seva facilitat de programació gràcies al servei que ofereix el software Arduino IDE. Fonamentalment és escollida pel nombre de perifèrics que es poden connectar. De sèrie porta un joystick i 4 botons, perifèrics necessaris que compleixen els requisits. S'ha programat la placa amb la funció esperada, de controlador dels videojocs.

S'ha pogut connectar correctament mitjançant el port adient pel cable usb amb el dispositiu mòbil i s'ha programat el protocol de comunicació en sèrie estàndard per a la comunicació, fent la funció esperada de firmware.

El sistema operatiu escollit del smartphone és Android. És escollit per la globalització que té en mercat.

Un cop desenvolupats els dos videojocs i el controlador, es crea en pdf la guia pel desenvolupador, part essencial en el treball.

S'aconsegueix dissenyar i desenvolupar una bona metodologia amb dos casos d'exemple per a futurs desenvolupadors. Es crea una senzilla i eficaç pàgina web que enllaça amb el

manual. El manual està dividit en les parts necessàries per seguir els passos i conté tots els enllaços actualitzats per a la descàrrega de tot el material. Veure [Taula 1] pel resum d'elements de suport i programes utilitzats.

Taula 1: Elements de suport

Nom	Utilitat
Unity3D	Motor gràfic
Arduino	Gamepad
Wunderlist	Gestió de tasques
Android	Sistema Operatiu
PDF	Manual pel desenvolupador
Bootsrap	Pàgina web
Dropbox	Arxius guardats

La finalitat d'aquest projecte és crear un sistema de realitat virtual de codi obert perquè qualsevol perfil informàtic pugui adquirir-lo per crear les funcionalitats pròpies partint d'una base.

En línies futures podríem escalar el treball en diverses parts. Es programaria perquè sigui funcional amb el sistema iOS per a dispositius mòbils de la marca Apple. S'escala el protocol de comunicació de cable a bluetooth. Seria una optimització en quant a comunicació, però s'hauria d'afegir una bateria. Ja que amb connexió amb fil la font d'alimentació de la placa és el smartphone.

13. AGRAÏMENTS

En primer lloc volia mostrar el meu agraïment a la meva tutora Dolores Reixachs, per orientar-me i mostrar constant interès cap al projecte, oferint-me part del seu temps per resoldre els meus dubtes.

Per últim agrair a la meva família tot el suport rebut durant aquests anys a la universitat.

14. BIBLIOGRAFIA

[1]"Associació Espanyola de Videojocs (AEVI)" [Online]. Available: <http://www.aevi.org.es/aevi-publica-adelanto-los-datos-del-sector-del-2016-videojuego-facturo-espana-1-163-millones-euros/> [Accessed: 03/10/2017]

- [2] "Vendes Google Cardboard" [Online]. Available: <https://voltaico.lavozdegalicia.es/2017/03/google-diez-millones-gafas-realidad-virtual-google-cardboard-vr/> [Accessed: 04/02/2018]
- [3] "GooglePlay, anteriorment Android Market" [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Play [Accessed: 04/02/2018]
- [4] "La realitat virtual (...) Mark Zuckerberg" [Online]. Available: http://cadenaser.com/ser/2016/02/22/ciencia/1456177094_848384.html [Accessed: 04/02/2018]
- [5] "Definició de realitat virtual" [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_virtual [Accessed: 04/02/2018]
- [6] "Google I/O del 2014" [Online]. Available: <https://www.google.com/events/io> [Accessed: 04/02/2018]
- [7] "Google Cardboard" [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Cardboard [Accessed: 04/02/2018]
- [8] "Ulleres VRBOX" [Online]. Available: <http://www.vr-box.es/> [Accessed: 04/02/2018]
- [9] "Placa Arduino Explora" [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/arduino-esplora> [Accessed: 04/02/2018]
- [10] "DIY Virtual Reality Skateboard with Arduino and Google Cardboard" [Online]. Available: <http://www.instructables.com/id/DIY-Virtual-Reality-Skateboard/> [Accessed: 04/02/2018]
- [11] "Metodologia en cascada realimentada" [Online]. Available: <https://prezi.com/ey6st376ardk/ciclo-de-vida-en-cascada-y-cascada-retroalimentada/> [Accessed: 04/02/2018]
- [12] "USB OTG" [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/USB_On-The-Go [Accessed: 04/02/2018]
- [13] "Unity3D" [Online]. Available: <https://unity3d.com/es/get-unity/download> [Accessed: 04/02/2018]
- [14] "Arduino IDE" [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/main/software> [Accessed: 04/02/2018]
- [15] "Sketch, nom d'un programa en Arduino" [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Sketch> [Accessed: 04/02/2018]
- [16] "Etapas generals del desenvolupament del videojoc" [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_de_videojuegos [Accessed: 04/02/2018]
- [17] "Pan European Game Information" [Online]. Available: <http://www.pegi.info/es/index/id/96/> [Accessed: 04/02/2018]
- [18] "Wunderlist" [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wunderlist> [Accessed: 04/02/2018]
- [19] "Gameplay" [Online]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Jugabilidad> [Accessed: 04/02/2018]
- [20] "Android Application Package (APK)" [Online]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/APK_\(formato\)](https://es.wikipedia.org/wiki/APK_(formato)) [Accessed: 04/02/2018]
- [21] "Profiler de Unity3D" [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Manual/Profiler.html> [Accessed: 04/02/2018]
- [22] "Fobos el Déu mitològic" [Online]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Fobos_\(mitolog%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Fobos_(mitolog%C3%ADa)) [Accessed: 04/02/2018]
- [23] "El significat de fòbia" [Online]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Fobia> [Accessed: 04/02/2018]
- [24] "el mètode PlayerPrefs" [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/PlayerPrefs.html> [Accessed: 04/02/2018]
- [25] "Frames per second (FPS)" [Online]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Fotogramas_por_segundo [Accessed: 04/02/2018]

ANNEXOS

A.1 Profiler de Unity3D.

El Profiler de Unity3D reporta una sèrie de dades per a poder observar el temps i recursos que es gasta més de les diverses parts del joc. De l'apartat "CPU Usage" es pot utilitzar la taxa de "frames per second (FPS[25])". El valor estable per l'ull humà és entre 30 i 60 FPS. En l'apartat "Rendering" conté un comptador de polígons per a saber quants triangles són texturitzats al moment. També ens mostra dades de memòria. Veure [Fig.14]

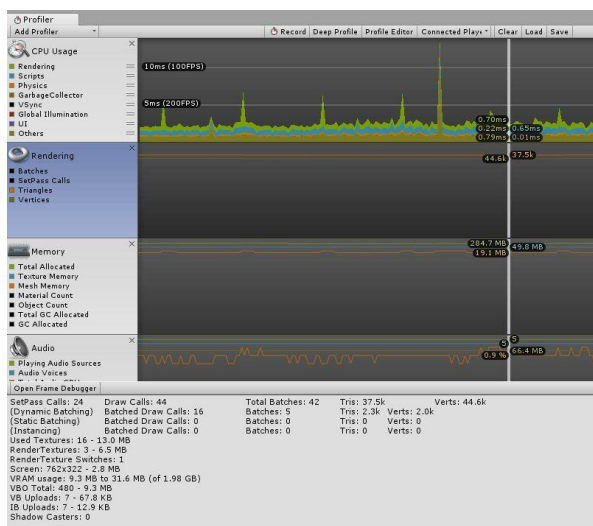


Fig. 14: Captura de pantalla del Profiler en funcionament.

A.2 Optimitzacions utilitzades

Taula 2: Mitjana dels valors totals abans de les optimitzacions.

Videojoc	Memòria total assignada (MegaBytes)	Mitjana FPS (Frames per segon)	FPS Mínim (Frames per segon)
Maze Mad	95,6 MB	31	13
Fobos Project	382,95 MB	38	9

Taula 3: Mitjana dels valors totals després de les optimitzacions.

Videojoc	Memòria total assignada (MegaBytes)	Mitjana FPS (Frames per segon)	FPS Mínim (Frames per segon)
Maze Mad	90,60 MB	51	31
Fobos Project	211 MB	54	21

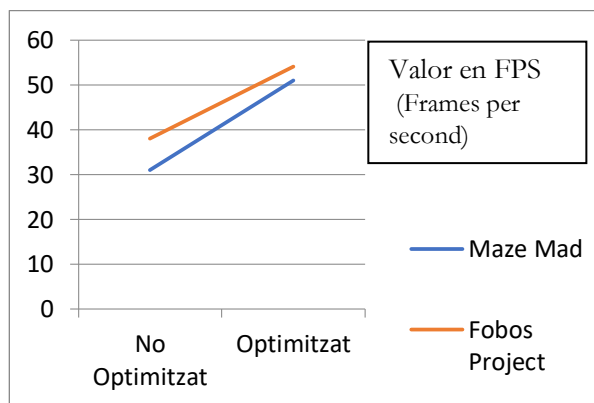


Fig. 15: Gràfic de FPS(frames per second) abans i després de les optimitzacions.

En la [Fig. 15] s'observa una gràfica on la recta del valor en FPS és ascendent. Com més "frames per segon" l'ull humà observa millor la fluïdesa de la imatge. Per tant de 31 FPS a 51 FPS és una millora molt important, sobretot per les persones amb problemes de visió.

Tant en les [Taules 2 i 3] com en la [Fig. 15] s'observa una millora en quant a memòria total assignada i FPS gràcies a les optimitzacions portades a terme. Una reducció de mida de quasi el 45% en el segon videojoc, únicament aplicant 3 tipus d'optimització, sense entrar en detall d'aplicar una bona programació i saber quins mètodes són més costosos que d'altres. Com per exemple que els mètodes Random() que ens aporten les llibreries de Unity3D consumeixen més recursos que aplicar un mètode propi.

A.2.1 Mesh collider i Box collider

El mesh collider és una capa per a que l'objecte pugui col·lidir amb un altre que copia la capa del mesh render, és a dir, tot l'objecte.

El box collider és una capa quadrada amb 6 costats que fa la mateixa funció de col·lidir però abaratint la memòria utilitzada, veure [Fig. 16]

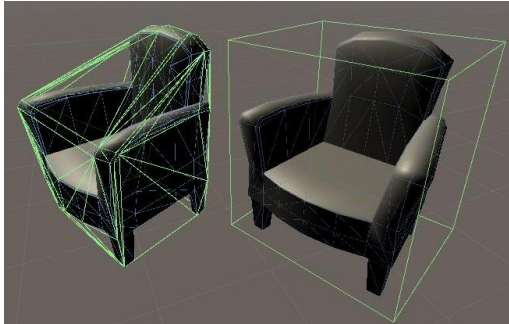


Fig.

16: Diferència entre mesh i box collider.

A.2.2 LOD: Level Of Design

El LOD és una tècnica per a l'intercanvi de textures i objectes dependent de la distància del jugador. Gràcies a aquesta tècnica podem tenir objectes que utilitzen molt pocs recursos quan el jugador és molt lluny d'ells i per tant no pot interactuar i a mesura que avança i s'apropa carregar les textures amb més resolució i més recursos per a la interacció. Això fa que en nivells molt grans on el jugador no veu més enllà de 2 metres, sent el nivell de 400 metres, no estigui tot carregat a memòria sempre, sinó que dinàmicament es carreguin les coses per on passa. S'ha aplicat aquesta optimització per a la càrrega dels edificis del nivell 3 del videojoc "Fobos_Project". Veure [Fig. 17], s'observa (cantó esquerre de la Fig. 17) els edificis sense el LOD a una distància X, i (cantó dret de la Fig. 17) en l'altra part la reducció de textures. Aquesta optimització és per reduir la memòria RAM en temps real.

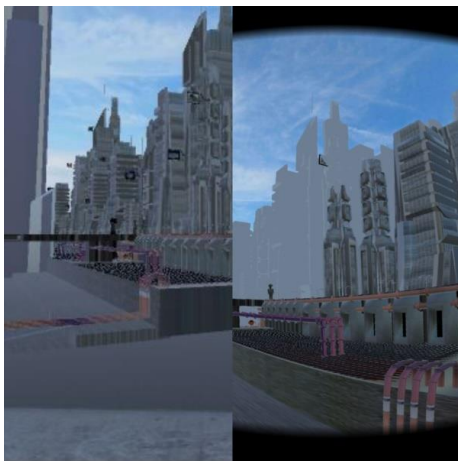


Fig. 17: "Captura de pantalla projecte amb LODs".

A.2.3 Occlusion Culling

Occlusion Culling és una característica que desactiva el renderitzat d'objectes quan actualment no estiguin visibles per la càmera que estan enfosquits (occluded) per altres objectes. Això fa que en cada frames per second hi hagi un % molt més reduït de polígons i que a la memòria RAM hi hagi menys capacitat utilitzant-se en aquell moment. Per exemple si tenim un mapa de 4.5GB, al només generar-se en aquell moment allà on mira l'usuari, es redueix a una àrea molt més petita, per exemple de 500MB. Veure [Fig. 18 i Fig. 19].

Aquesta tècnica impacta en la fluïdesa dels FPS del videojoc, així com en la reducció de memòria RAM.

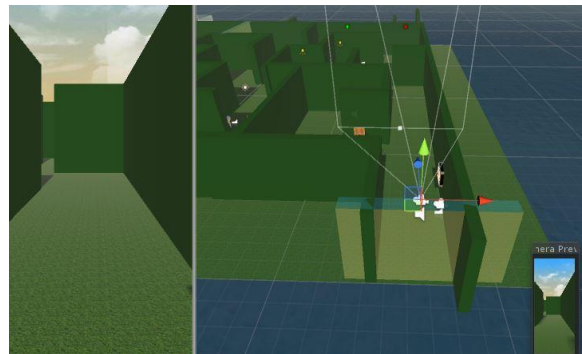


Fig. 18: Captura de pantalla sense **Occlusion Culling**

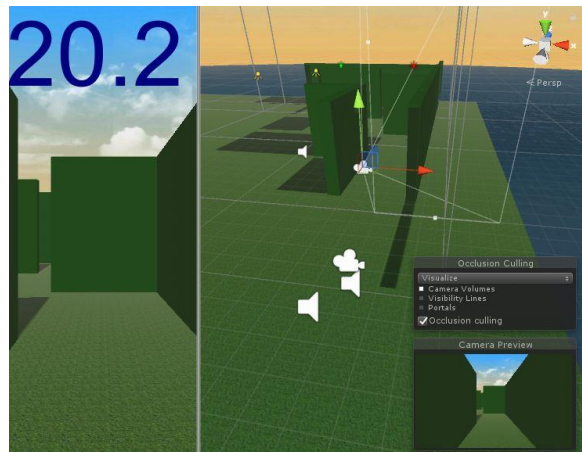


Fig. 19: Captura de pantalla amb **Occlusion Culling**

A.3 Copyright

En aquest apartat s'agraeix a totes les pàgines webs que ofereixen productes sense copyright, creative commons C4, o sota llicències d'us personal o comercial.

"Models 3D Free" [Online].Available:

<https://www.turbosquid.com/> [Accessed: 04/02/2018]

"Free Music" [Online].Available:

<http://incompetech.com/music/royalty-free/music.html>

[Accessed: 04/02/2018]

"Free Sounds" [Online].Available:

<https://freesound.org/>

[Accessed: 04/02/2018]

"3D Free Models" [Online].Available:

<https://free3d.com/>

[Accessed: 04/02/2018]

A.4 Tasques del projecte per ordre cronològic i tasques del projecte per fases metodològiques. Veure [Fig. 20 i Fig. 21]

Nom de la tasca	Inici	Final
Anàlisi previ	13-09-17	09-10-17
Recerca d'informació	13-09-17	22-09-17
Reunió Inicial	20-09-17	20-09-17
Estudi dels components	23-09-17	28-09-17
Adquisició dels components	29-09-17	02-10-17
Descàrrega i prova de softwares	03-10-17	09-10-17
Entrega Informe Inicial	08-10-17	08-10-17
Realització del treball	10-10-17	25-01-18
Muntatge i disseny del circuit	10-10-17	15-10-17
Test de components i correcció d'errors	12-10-17	13-10-17
Disseny d'un test de prova software	14-10-17	16-10-17
Test de prova complet	17-10-17	17-11-17
Desenvolupament del videojoc Part I	19-10-17	17-11-17
Test i correcció d'errors Part I	14-11-17	30-11-17
Lliurament informe de progrés I	11-11-17	12-11-17
Desenvolupament del videojoc Part II	30-11-17	08-01-18
Test i correcció d'errors Part II	08-12-17	08-01-18
2a sessió de seguiment - Lliurament informe de progrés II	24-12-17	24-12-17
Manual d'usuari i finalització del Kit de RV	09-01-18	24-01-18
Documentació final de la Memòria	23-01-18	25-01-18
Entrega final	26-01-18	22-02-18
Proposta Informe final	26-01-18	26-01-18
Escriure informe final i realitzar la presentació final	27-01-18	10-02-18
Proposta de presentació	11-02-18	11-02-18
Lliuraments finals al tutor	12-02-18	12-02-18
Lliurament pòster(possible)	18-02-18	18-02-18
Defensa TFG [19 a 22 de febrer]	19-02-18	22-02-18

Fig. 20: Taula de les tasques del projecte per ordre cronològic.

Nom de la tasca
Anàlisi previ
Recerca d'informació
Estudi dels components
Adquisició dels components
Descàrrega i prova de softwares
Disseny
Muntatge i disseny del circuit
Disseny d'un test de prova software
Implementació
Desenvolupament del videojoc Part I
Desenvolupament del videojoc Part II
Test i correcció d'errors
Test de components i correcció d'errors
Test de prova complet
Test i correcció d'errors Part I
Test i correcció d'errors Part II
Manual d'usuari
Manual d'usuari i finalització del Kit de RV

Fig. 21: Taula de les tasques del projecte per ordre metodològic.